Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Full Research Paper
Vol. 36, No. 1, Spring 2022, p. 37-48

Economic Valuation of Groundwater in Agriculture Sector (Case Study: Hamedan-Bahar Plain)

H. Balali[1*], F. Kasbian Lal[2]

Received: 02-10-2021
Revised: 26-12-2021
Accepted: 02-03-2022
Available Online: 20-06-2022

How to cite this article:
Balali H., and Kasbian Lal F. 2022. Economic Valuation of Groundwater in Agriculture Sector (Case Study: Hamedan-Bahar Plain). Journal of Agricultural Economics & Development 36(1): 37-48. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JEAD.2022.72334.1079

Introduction

Our country is among regions facing water scarcity as a large area of Iran is located in arid and semi-arid climates. So, comparing the annual average rainfall with annual mean annual precipitation on the planet, the rainfall in Iran is less than one-third of the the world, in addition, the amount of rainfall and the area in which the agricultural main water user are located, does not match.The average annual rainfall in the world is about 850 mm and for Iran is about 250 mm, which is 40% less than the annual rainfall in Asia and approximately 33% less than the annual average of the world. The province of Hamedan has an area of 19493 square kilometers, located in the west of Iran between 33 degrees and 59 minutes to 35 degrees and 44 minutes north latitude, 47 degrees 47 minutes and 49 degrees, and 30 minutes east along the meridian of Greenwich.

This province area consists of four plains including bahar, Kabotrahang, Razan and Qahavand. The water catchment area of Hamedan-Bahar plain, also known as Siminrood, is located on the northern slopes of Alvand altitudes with an area of 2,243 square kilometers. The plain is 880 km^2 and the surface area of the main aquifer is 468 km^2 (Fig. 1).

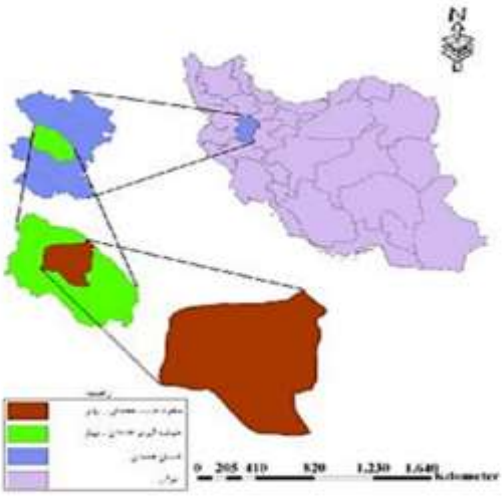


Figure 1- Location of Hamedan-Bahar Plain and its Main Aquifer Area

This plain, based on climatic divisions, is located in a cold semisolid climate and has a cool, mountainous

١ and 2- Associate Professor M.Sc Graduated of Agricultural Economics, Department of Agricultural Education and Extension, Agriculture Faculty, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran, respectively.
(*- Coresponding Author Email: h-balali@basu.ac.ir)

climate. The ban on the development of exploitation of groundwater in the Hamedan-Bahar plain has been applied since the year 1992 due to the negative balance and the susceptibility of supplying drinking water in the cities of Hamedan, Bahar, Laljin.

Around, 330 of the 609 plains in the country have been declared forbidden due to excessive perceptions. Hamedan-Bahar plain has been faced with a serious problem of water shortages due to excessive withdrawal of groundwater and negative water balance and the expansion of the area under irrigated production, as the annual rate of groundwater loss in this plain is 1 meter.

The main objectives of this research are to estimate the economic value of groundwater in the agricultural sector of Hamedan-Bahar plain and to determine the optimal cropping pattern in the studied area using the GAMS programming model and mathematical programming.

Eshraqi and colleague (7) on "Estimating the economic value of water in wheat production in Gorgan," have surveyed the demanders using a production function approach in 2012-2013. The results show that the economic value of water was estimated at 1564.5 Rials per cubic meter of water. Zeratakish (23), on "The economic valuation of water in the agricultural sector with an environmental approach in the Lichter plain", used a multidisciplinary mathematical programming approach. The economic value of water with a limit of 50, 60 and 70 percent was determined as 250, 1500 and 3050 rials, respectively.

Mohammad Ayattha Watto and Amin William (2016) addressed a positive mathematical planning approach for estimating and valuing groundwater in Pakistan. Their results indicate that limiting groundwater extraction forces farmers to irrigate the demand for water. Azavara et al. (2012), conducted a study using the PMP method to evaluate the economic irrigation water in three California regions. The analysis of the results showed that the final economic value of water is at least 2.5 times the price paid by the users.

Materials and Methods

In this study, a dynamic mathematical programming model was used to evaluate the economics of groundwater in the agricultural sector. The general form of the model is as follows:

$$\text{Max:NPVGM}=\sum_i \sum_j \sum_s [(p_i\, y(w, fer, e, pes, o)_{ijs} - c_{ijs}(cw, cfer, cE_e, cpes, co, machc)] *x_{ijs} * \frac{1}{(1+r)^t} \quad (1)$$

S.t:

$$\sum_i \sum_j \sum_s b_{ijs} * X_{ijs} \leq B_i \quad (2)$$

$$c_{ijs} = machc_{ijs} + ferc_{ijs} + cw_{ijs} + cpes_{ijs} + co_{ijs} \quad (3)$$

$$cw_{ijs} = [CWE_e + pw]\, AW_{ijs} \quad (4)$$

The objective function (equation 1) of the dynamic programming model is to maximize the gross returns of the crop activities of the region.In this equation NPVGM is the return of the program from the agricultural activities of the study area, p_i the price of the product i, y_ijs of the product i produced with the irrigation system j in area s (kg/ha), c_ijs, the variable cost of production of product i with irrigation system j In area s per hectare, cw water consumption cost, cfer fertility cost, CE fertilizer cost, cpes cost of various chemical pesticides and co cost of other inputs including power, machinery. In this regard, X_ijs is the crop area i produced by irrigation method j in s, w, water input, fertilizer input chemical fertilizer, e energy input, pes input chemical pesticide, and other inputs. The limitation of production inputs, including water, land, labor, and chemical inputs and the market, is generally referred to in equation (2) in which b_ijs is the technical coefficient of inputs and B_i is the amount of each of them. Equation (4) represents the cost function of water used for agricultural activity in which pw is the price or tariff of a unit of water, CWE_e The cost of extracting water from the surface of the earth and pumping and distributing it at the farm level per unit area (ha) and AW The amount of water consumed per hectare is from different crops.

Results and Discussion

As the Table 1 shows, products such as tomatoes, watermelons, sugar beets and chickpeas have been eliminated from the cultivar pattern, the high water requirement, the energy required for these products and the low price, have led to an increase in farmers production costs if this pattern is implemented in the area, so cultivation of these products have not been economical for farmers in the region. The cultivation of potato and alfalfa products that have high water demand are significant in the pattern, which can be due to the economic

benefits and high yield of these two products in the region. Cultivation of cobbler products, such as cucumber, is low in optimal cropping patterns. Low-crop cultivation such as corn, rapeseed, garlic and pumpkin in the optimal pattern is due to market constraints in the region and low yields of these products (corn, rapeseed, garlic and pumpkin).

Table 1- The Pattern of Cultivating the Studied Area in Optimum (unit: ha)

Product	hamedan	lalejin	Bahar	salehabad
Alfalfa	1489.500	1760.773	381.977	-
Barely	-	1526.398	-	-
Corn	-	500	-	-
Canola	-	291.727	708.273	-
Cucumber	-	2552.500	-	-
Garlic	800	-	-	-
Potato	1489.500	2552.500	1090.250	1204
Pumpkin	-	-	500	-
Wheat	1489.500	1026.102	1090.250	1204
Beans	689.500	-	590.250	1204

Source: Research Results

Estimating the economic value of groundwater in the regions

According to Table 2, the economic value of groundwater for each meter in Hamedan region is 3543 Rials, Lalejin 4538 Rials, 4015 Rials bahar and Salehabad 3690 Rials.

As these figures indicate, any additional water supply unit in the region can increase the gross margin of farmers as much as the calculated economic value of water. The average economic value of water in the Hamedan plain-spring is 3946.5 Rials.

Table 2- Results of Groundwater Economical Valuation in the Study Area (Rials)

Area of study	Economic value of water (per cubic meter)
hamedan	3543
lalejin	4538
bahar	4015
salehabad	3690
Average plain of hamedan- bahar	3946.5

Source: Research Results

Conclusion

Since the main objective of this study is to estimate the economic value of water in the region, the results showed that the economic value per cubic meter of calculated water in the study area is higher than the current price of water in the region. Therefore, any additional unit of water intake in the region can be as much as the calculated economic value of the water to increase the gross margin of farmers in the studied area.

Keywords: Dynamic mathematical programming, Economic valuation, Groundwater, GAMS, Hamedan-Bahar plain

Journal of Agricultural Economics and Development
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۴۸-۳۷

ارزش‌گذاری اقتصادی منابع آب زیر زمینی در بخش کشاورزی
(مطالعه موردی: دشت همدان- بهار)

حمید بلالی[1]*- فرزانه کسبیان لعل[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۱

چکیده

آب به عنوان یکی از نهاده‌های اساسی در تولیدات بخش کشاورزی، از جایگاه ممتازی در توسعه این بخش برخوردار می‌باشد. در دهه‌های اخیر با رشد جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و همچنین توسعه صنعت و کشاورزی، برداشت از منابع آب زیرزمینی بعنوان مهم‌ترین تامین کننده آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیز بطور چشمگیری افزایش یافته و منجر به پیشی گرفتن تقاضا بر عرضه منابع آب و ایجاد بحران در اغلب این مناطق شده است. بی‌شک یکی از مهم‌ترین ابزارها در کنترل و مدیریت تقاضای منابع آب و کاهش بحران حاصل از آن، بهره گیری از ابزارهای اقتصادی و لحاظ نمودن ارزش اقتصادی آب در فعالیت های کشاورزی بعنوان بزرگترین مصرف کننده آن می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف ارزشگذاری اقتصادی منابع آب زیر زمینی در دشت همدان- بهار با بهره‌گیری از الگوی برنامه‌ریزی پویا با استفاده از نرم‌افزار GAMS در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق ارزش اقتصادی آب زیرزمینی به ازای هر متر مکعب در چهار ناحیه دشت همدان-بهار شامل منطقه همدان ۳۵۴۳ ریال، منطقه لالجین ۴۵۳۸ ریال، منطقه بهار ۴۰۱۵ ریال و منطقه صالح‌آباد ۳۶۹۰ ریال محاسبه گردید. هم‌چنین بازده ناخالص حاصل از فعالیت های کشاورزی هر یک از مناطق به‌ترتیب، همدان (۶۸۸۷۸۱۰/۷۰۸)، لالجین (۷۱۴۸۵۲۷/۱۵۰)، بهار (۴۷۴۱۳۹۹/۷۵۵)، صالح‌آباد (۳۶۳۹۷۰۶/۰۰۵) میلیون ریال، بازده ناخالص کل مناطق (۲۲۴۱۷۴۴۰) میلیون ریال و میزان حجم آب مصرفی کل معادل ۱۸۵۶۲۹۲۰۰ متر مکعب برآورد شد. بررسی و مقایسه ارزش اقتصادی برآورد شده با قیمت آب در نواحی مورد مطالعه نشان داد که ارزش اقتصادی محاسبه شده هر متر مکعب آب بیشتر از قیمت فعلی آب در منطقه می‌باشد، بطوریکه افزایش هزینه استفاده این نهاده از طریق ابزارهای مختلف سیاستی نظیر وضع قیمت آب می‌تواند نقش موثری در کنترل بهره‌برداری و تخلیه آبخوان داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، ارزش‌گذاری اقتصادی، برنامه‌ریزی ریاضی پویا، دشت همدان- بهار، GAMS

مقدمه

آب به عنوان یکی از نهاده‌های اساسی در تولیدات بخش کشاورزی، از جایگاه ممتازی در توسعه این بخش برخوردار می‌باشد. با این حال، طی سال‌های اخیر بهره‌برداری غیربهینه از منابع آبی، خشکسالی و رشد جمعیت موجب گردیده تا نهاده آب به عنوان یک عامل محدودکننده تولید کشاورزی در تمام نقاط کشور ایفای نقش کند (Keramatzadeh *et al*., 2016; Keramatzadeh *et al*., 2006). ایران نیز از جمله مناطقی است که با کمبود آب مواجه است، بخش وسیعی ازگستره کشور در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. بطوری‌که از مقایسه میانگین بارندگی سالانه کشور (۲۵۰ میلی‌متر) با میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین (۸۵۰ میلی‌متر) ملاحظه می‌شود که بارندگی در ایران کمتر از یک‌سوم متوسط بارندگی در سطح دنیاست، علاوه بر این، میزان ریزش نزولات جوی و محل ریزش آنها نیز با بخش کشاورزی که مصرف‌کننده اصلی آب درکشور است، مطابقت ندارد (Bakhshi and

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
(* نویسنده مسئول: Email: h-balali@basu.ac.ir)
DOI: 10.22067/JEAD.2022.72334.1079

Moghadasi, 2015). کمیابی منابع آبی و ناتوانی انسان در تولید آب بر خلاف دیگر نهاده‌ها، موجب شده است که فاصله بین عرضه و تقاضای آب به ویژه در دهه‌های اخیر به شدت زیاد شده و در بیشتر مناطق جهان کمبود عرضه به وجود آید (Balali *et al.*, 2011). آب‌های زیرزمینی از منابع طبیعی تجدیدشونده محسوب می‌شوند که بهره‌برداری معقولانه و متعادل از آنها منجر به استفاده پایدار و رعایت نکردن بهره‌برداری متعادل، منجر به نابودی این منابع می‌شود. متوسط بارندگی سالانه در جهان حدود ۸۵۰ میلی‌متر و در کشور ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که ۴۰ درصد کمتر از متوسط بارندگی سالانه آسیا و تقریباً ۳۳ درصد کمتر از متوسط بارندگی سالانه جهان می‌باشد. افزون بر آن، متوسط پتانسیل تبخیر سالانه در جهان ۷۰۰ میلی‌متر و در ایران برابر با ۲۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد (Bakhshi and Moghadasi, 2015)، این موضوع نشان می‌دهد که تبخیر سالانه در ایران سه برابر متوسط تبخیر سالانه جهانی است. از یک‌سو متوسط میزان بارندگی ایران کمتر از متوسط بارندگی جهانی و از سوی دیگر متوسط تبخیر سالانه ایران سه برابر متوسط تبخیر جهان است که این موضوع نشان می‌دهد که محدودیت و کمبود منابع آبی در ایران نسبت به جهان بسیار حاد و جدی‌تر است. از این رو محدودیت آب، یکی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند توسعه کشور را دچار مشکل نماید. این تهدید در کشورهایی که دارای منابع آب شیرین کم‌تری هستند بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد به طوری‌که ایران به علت قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک همواره با پدیده کم‌آبی مواجه بوده است از طرف دیگر برداشت بی‌رویه در سال‌های اخیر، منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی شده و پایداری آنها را به خطر انداخته است (Alizadeh, 2003).

استان همدان در گستره‌ای به مساحت ۱۹۴۹۳ کلیومتر مربع، در غرب ایران قرار گرفته است (Anonymous, 2015). حوضه آبریز دشت همدان- بهار که به سیمینه رود نیز موسوم است با وسعت ۲۴۶۳ کیلومتر مربع در دامنه شمالی ارتفاعات الوند (۱۵۷۹ کیلومتر مربع) واقع شده است. وسعت دشت ۸۸۰ کیلومتر مربع و گسترش سطحی آبخوان اصلی دشت ۴۶۸ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱). دشت همدان- بهار در حدفاصل ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط دبی دوره‌ی آماری ۳۷ ساله‌ی این رودخانه ۲/۵۶ متر مکعب در ثانیه معادل ۷۸/۸ میلیون متر مکعب در سال و متوسط خروجی حوضه در پنج سال اخیر برابر ۲۷/۹۱ میلیون متر مکعب می‌باشد. این دشت بر اساس تقسیمات اقلیمی، در اقلیم نیمه‌خشک سرد قرار گرفته و دارای آب و هوای سرد کوهستانی می‌باشد. ممنوعیت توسعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی دشت همدان- بهار از سال ۱۳۷۱ به علت منفی شدن بیلان و حساسیت تامین آب شرب شهرهای همدان، بهار، لالجین اعمال شده است. براساس آمار بدست آمده از وزرات نیرو از ابتدای سال آبی ۱۳۹۴، ۹۳ میلیارد متر مکعب آب در کل بخش‌های کشاورزی، خانگی، صنعت مصرف شده است که از این مقدار حدود ۸۵ میلیارد متر مکعب معادل ۹۲ درصد از کل آب مصرفی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، که قریب به ۵۳ درصد آب مصرفی از منابع آب‌های زیرزمینی تامین می‌شود. دشت همدان- بهار به دلیل برداشت بیش ازحد از سفره آب زیرزمینی و منفی شدن بیلان آب و گسترش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا، با مشکل جدی کمبود منابع آب روبرو شده است بطوری‌که میزان افت آب زیرزمینی در این دشت سالانه به یک متر رسیده است (Balali *et al.*, 2011Balali and Viaggi, 2015 ;).



شکل ۱- موقعیت مکانی دشت همدان-بهار و محدوده آبخوان اصلی آن

Figure 1- Location of Hamedan-Bahar Plain and its Main Aquifer Area

بی‌شک یکی از مهم‌ترین ابزارها در تخصیص بهینه منابع آب، ارزشگذاری اقتصادی آن است. به طور کلی می توان گفت که تعیین یک قیمت قابل قبول و منطقی برای آب، حداقل این مزیت را خواهد داشت که مصرف کنندگان، این نهادهٔ گرانبها را کالایی رایگان تلقی

نکرده و در مصرف آن صرفه‌جویی کنند. در رابطه با ارزشگذاری اقتصادی آبهای زیرزمینی در بخش کشاورزی مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. وزیری و همکاران (Vaziri *et al.*, 2016)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر قیمت‌گذاری اقتصادی آب آبیاری بر الگوی کشت در دشت دهگلان با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی و روش حداکثر آنتروپی پرداختند. در این تحقیق هزینه استخراج هر متر مکعب آب معادل ۶۳۴/۳ ریال و ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب ۲۵۱۲/۶ ریال برآورد شده است. محققین بر این باورند که این اختلاف با اعمال سیاست قیمت‌گذاری آب و افزایش قیمت آن تا مرز ارزش اقتصادی، منجر به کاهش مصرف آب و سطح زیرکشت تمامی محصولات به ویژه کاهش سطح زیرکشت محصولاتی می‌شود که بازده ناخالص آن‌ها بیشترین کاهش را در قبال این سیاست داشته‌اند.

اشراقی و همکاران (Eshraghi *et al.*, 2016)، در مطالعه‌ای دیگر به بررسی برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان، از دید تقاضاکنندگان با استفاده از رهیافت تابع تولید در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ پرداخته‌اند. ارزش اقتصادی آب در این مطالعه معادل ۱۵۶۴/۵ ریال به ازای هر متر مکعب آب برآورد گردید. همچنین زراعت‌کیش (Zeraatkish, 2016)، ارزشگذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی با رویکرد زیست محیطی در دشت لیشتر با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفی مورد مطالعه قرار داده است. در این تحقیق ضمن برآورد بازده برنامه‌ای کشت بهینه، محدودیت منابع آب در سطوح ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درصد در برنامه لحاظ گردید که ارزش اقتصادی آب در این سطوح محدودیت به ترتیب با ۲۵۰ ریال، ۱۵۰۰ و ۳۰۵۰ ریال تعیین گردید. در مطالعه امیرنژاد و همکاران (Amirnejad *et al.*, 2015)، ارزش اقتصادی آب در تولید برنج دانه بلند در دشت بهشهر برابر با ۴۵۱۸/۱۹ ریال به ازای هر متر مکعب آب و در مطالعه نبی‌زاده ذوالپیرانی و همکاران (Nabizadeh Zolpirani, 2014) نیز ارزش اقتصادی آب برای محصول برنج به ازای هر متر مکعب ۵۶۷۲ ریال محاسبه شده است. انصاری و همکاران (Ansari and Mirzaie, 2015)، موسوی و همکاران (Mousavi and Gharghani, 2011)، بخشی و همکاران (Bakhshi *et al.*, 2011)، پرهیزکاری (Parhizgari, 2014)، زارعی و همکاران (Zarei *et al.*, 2014)، دهقان‌پور (Dehghanpour and Sheikh, 2013)، رفیعی و همکاران (Rafiei *et al*, 2012)، موسوی و همکاران (Mousavi and Shahabi, 2015)، زارع‌مهرجردی (Zaremehrjerdi, 2011)، قرقانی و همکاران (Gharghani *et al.*, 2009)، رهنما و همکاران (Rahnama *et al.*, 2012) در زمینه ارزشگذاری اقتصادی آب زیرزمینی مطالعات مشابهی در داخل کشور انجام داده‌اند. در مطالعات خارج از کشور هاویت و همکاران (Howitt *et al.*, 2012)، به منظور واسنجی الگوهای اقتصادی و تحلیل سیاست‌های کاربردی در زمینه مدیریت منابع آب درکالیفرنیا، از مدل برنامه‌ریزی مثبت و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت استفاده کردند. نتایج نشان داد که انعطاف بیشتر بازار آب همزمان با به کارگیری سیاست قیمت‌گذاری آب آبیاری می‌تواند زیان‌های درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش دهد. یو و همکاران (Yoo *et al.*, 2013)، نیز در مطالعه خود به برآورد ارزش آب در یک منطقهٔ نیمه‌خشک (آریزونا) نسبتا کم آب طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ با استفاده از روش قیمت‌گذاری هدانیک پرداختند. آل کارابلیه و همکاران (Al-Karablieh *et al.*, 2012)، مسا جورادو و همکاران (Mesa-Jurado *et al.*, 2012)، مدلین- آزوارا و همکاران (Medellan-Azuara *et al.*, 2010)، ریگبی و همکاران (Rigby, 2010)، گالگو- آیالا (Gallego-Ayala, 2012)، هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2010)، چاندارسکاران و همکاران (Chandrasekaran *et al.*, 2009)، مولی و همکاران (Molle *et al.*, 2008) نیز در مطالعات مختلف به بررسی ارزشگذاری آب در بخش کشاورزی پرداخته و بر اهمیت کارایی سیاست قیمت‌گذاری آب معادل ارزش اقتصادی آن در تولید فعالیت‌های کشاورزی تاکید نموده‌اند. بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد، یکی از مهمترین و کاراترین ابزارهایی که می‌توانند در قالب مدیریت تقاضای آب به کنترل تقاضای آب کشاورزی کمک کند، تعیین قیمت واقعی یا همان ارزش اقتصادی آب می‌باشد. در اغلب مطالعات صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه ارزش واقعی آب در بخش کشاورزی بطور یکنواخت و برای کل دشت محاسبه شده است. هدف اصلی این تحقیق برآورد ارزش اقتصادی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی دشت همدان- بهار به تفکیک چهار ناحیه اصلی و تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی پویا در محیط نرم‌افزاری GAMS می‌باشد.

مواد و روش‌ها

رفتار نوسانات حجم منابع آب زیر زمینی و در نتیجه آب در دسترس ناشی از آن برای فعالیت های مختلف از جمله کشاورزی بر اساس الگوهای پویا بوده و در مطالعات مختلف پیرامون آب های زیرزمینی این امر همواره مورد توجه واقع شده است(Balali *et al.*, 2011). در این مطالعه نیز برای ارزشگذاری اقتصادی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی پویا استفاده شده است. این الگو شامل بخش‌های مختلف از جمله تابع هدف، محدودیت‌ها و ... می‌باشد.

تابع هدف: فرم کلی تابع هدف در معادله ۱ اشاره شده است.

$$Max : NPVGM = \sum_i \sum_j \sum_s \begin{bmatrix} (p_i y(w, fer, e, pes, o)_{ijs} \\ -c_{ijs}(cw, cfer, cE_e, Cpes, co, machc) \end{bmatrix} * X_{ijs} / (1+r)^t \quad (۱)$$

رابطه (۱) بیانگر تابع هدف الگوی برنامه‌ریزی پویای بکار رفته در این تحقیق می باشد که شامل حداکثرسازی بازده ناخالص فعالیت‌های زراعی منطقه می‌باشد. در این رابطه، i بیانگر محصول زراعی (i=۱,...,۱۴) قابل کشت در منطقه (گندم (i=۱)، جو (i=۲)، سیب‌زمینی (i=۳)، هندوانه (i=۴)، خیار (i=۵)، یونجه (i=۶)، کلزا (i=۷)، لوبیا (i=۸)، گوجه‌فرنگی (i=۹)، ذرت (i=۱۰)، چغندرقند (i=۱۱)، کدو (i=۱۲)، سیر (i=۱۳)، نخود (i=۱۴))، j نوع شیوه آبیاری شامل شیوه‌های سنتی و تحت فشار (j=۱,۲)، s محدوده مطالعاتی شامل چهار منطقه همدان، بهار، لالجین و صالح آباد (s=۱,...,۴) و e نوع انرژی مصرفی شامل برق و سوخت گازوئیل (e=۱,۲) است.

در این رابطه NPVGM، بازده برنامه‌ای یا بازده ناخالص حاصل از فعالیت‌های کشاورزی منطقه مورد مطالعه، p قیمت محصول y مقدار محصول تولید شده (kg/ha)، c هزینه متغیر تولید محصول در هکتار به استثنای هزینه آب و زمین، cw هزینه آب مصرفی، cfer هزینه کودشیمیایی، CE هزینه انرژی به کار رفته برای استخراج و استفاده آب در یک هکتار، cpes هزینه انواع سموم شیمیایی، *machc* هزینه ماشین آلات و co هزینه سایر نهاده‌های تولید شامل نیروی‌کار و ... است. همچنین در این رابطه X سطح زیرکشت محصول تولید شده، w نهاده آب، fer نهاده کودهای شیمیایی، e نهاده انرژی، pes نهاده سموم شیمیایی، o سایر نهاده‌ها می‌باشد.

محدودیت مربوط به نهاده‌های تولید شامل آب، زمین، نیروی‌کار و نهاده‌های شیمیایی و بازار که به صورت کلی در قالب رابطه (۲) اشاره شده اند که در آن b_{ijs} ضریب فنی نهاده‌ها و B_i مقدار موجود هر یک از آنها است.

$$\sum i \sum j \sum s \; b_{ijs} * X_{ijs} \le B_I \quad (۲)$$

رابطه (۳) بیانگر تابع هزینه آب مصرفی برای فعالیت کشاورزی است که در آن pw قیمت یا تعرفه یک واحد آب بوده، CWE_e هزینه استخراج آب از سطح زمین و پمپاژ و توزیع آن در سطح مزرعه در واحد سطح (هکتار) و AW میزان آب مصرف شده در یک هکتار از محصولات مختلف زراعی می‌باشد.

$$cw_{ijs} = [CWE_0 + \text{pw}]\, AW_{ijs} \quad (۳)$$

محدودیت‌های مربوط به الگوی برنامه‌ریزی ریاضی، عبارتنداز:

محدودیت آب: از آنجا که دوره کشت و نیاز آبی محصولات و میزان موجودی آب مورد نیاز در هر منطقه متفاوت است باید محدودیت آب به صورت منفک در نظر گرفته شود.

TW= میزان کل آب تخصیص داده شده در هر منطقه و W= میزان آب مورد نیاز در هر هکتار می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{14} W_{ijs} X_{ijs} \le TW_S \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۴)$$

مناطق مذکور

محدودیت کودشیمیایی: محدودیت کودشیمیایی برای هر منطقه با توجه به میزان مصرف هر محصول در نظر گرفته شده است. Phos= میزان کود فسفات مورد نیاز و Tphs= میزان کل فسفات قابل دسترس، potas= میزان کود پتاس مورد نیاز و Tpos= میزان کل پتاس قابل دسترس، nit= میزان کود نیترات مورد نیاز و Tnit= میزان کل نیترات قابل دسترس در منطقه می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{14} phos_{ijs} X_{ijs} \le Tph_s \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۵)$$

مناطق مذکور

$$\sum_{i=1}^{14} potas_{ijs} X_{ijs} \le Tpo_s \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۶)$$

مناطق مذکور

$$\sum_{i=1}^{14} nit_{ijs} X_{ijs} \le Tnit_s \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۷)$$

مناطق مذکور

محدودیت زمین زراعی: در محدودیت زمین نیز نباید سطح زیرکشت محصولات موجود در الگوی کشت منطقه از کل زمین‌های قابل دسترس بیشتر باشد. Tland= کل زمین قابل استفاده در منطقه است.

$$\sum_{i=1}^{14} X_{ijs} \le Tland_s \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۸)$$

مناطق مذکور

محدودیت بازار: محدودیت در تولید برخی از محصولات زراعی است که در آن M حداکثر پتانسیل بازار برای جذب برخی محصولات تولیده است که براساس این محدودیت نباید محصولات تولید شده در منطقه بیشتر از نیاز بازار باشد.

$$\sum_{i=1}^{14} X_{ijs} \le M_i \quad \text{for } i= ۱,۲,\ldots,۱۴ \quad (۹)$$

محصولات مختلف

محدودیت نیروی‌کار: تقاضا برای نیروی‌کار در فعالیت‌های تولیدی محصولات زراعی تحت تاثیر مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت می‌باشد، که به دلیل تنوع کشت محصولات و متفاوت بودن دوره رشد آنها، تامین نیروی‌کار در هر دوره متفاوت خواهد بود. به طوری که محدودیت نیروی‌کار به صورت زیر بیان شده است.

$$\sum_{i=1}^{14} L_{ijs} X_{ijs} \le TL_s \quad \text{for } S= ۱,۲,۳,۴ \quad (۱۰)$$

مناطق مذکور

محدودیت ماشین‌آلات: محدودیت استفاده از ماشین‌آلات در هر منطقه به صورت کلی در نظر گرفته شده است که از مقدار قابل دسترس نباید بیشتر باشد.

$$\sum_{i=1}^{14} \mathrm{Mach}_{ijs} X_{ijs} \le \mathrm{TMach}_s \quad \text{for S= ۱,۲,۳,۴} \qquad (۱۱)$$

مناطق مذکور

جامعه‌ی آماری تحقیق شامل کشاورزانی می‌باشد که در اراضی آبی واقع در دشت همدان-بهار فعالیت کشاوزی دارند، این محدوده‌ی جغرافیایی در برگیرنده‌ی ۳۴ روستا و ۳ شهر با اراضی بیش از ۴۶۳۹۳ هکتار است. این روستاها در محدوده‌ی شهرستان‌های بهار و همدان و چهار بخش شامل بخش‌های لالجین، صالح‌آباد، مرکزی(بهار) و همدان قرار گرفته‌اند. درصد عمده‌ای از محدوده آبخوان در شهرستان‌های بهار و بخش اندکی از آن در شهرستان همدان واقع شده است. در این مطالعه از داده های ثانویه کشاورزی و قیمتی شامل ضرایب فنی داده-ستانده محصولات کشاورزی رایج در منطقه، قیمت محصولات و عوامل تولید کشاورزی و سایر شرایط موجود در منطقه مورد مطالعه در سال زراعی ۹۵-۹۶ و از منابع اطلاعاتی رسمی شامل وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و مطالعات پیشین انجام گرفته در منطقه دشت همدان- بهار استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این بخش، نتایج بدست آمده از یافته‌های تحقیق، حاصل از اجرای مدل برنامه‌ریزی ریاضی و تحلیل ارزش اقتصادی آب زیرزمینی با لحاظ کردن محدودیت آب قابل استفاده در منطقه دشت همدان- بهار مورد بررسی قرار می‌گیرد. الگوی کشت بهینه در منطقه تحت تاثیر محدودیت بازار، محدودیت تناوب زراعی، محدودیت زمین و غیره بدست آمده و نتایج حاصل از آن در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد کشت محصول سیب‌زمینی و یونجه که از محصولات با نیاز آبی بالا هستند در الگو قابل توجه است که دلیل استقبال کشاورزان از این دو محصول با نیاز آبی بالا، می توان به سود اقتصادی و عملکرد بالای این دو محصول در بیشتر سال‌های زراعی و صادرات این محصول به بازارهای خارجی از یک سو و قیمت بسیار پایین آب در تولید محصولات کشاورزی در این منطقه اشاره کرد. در الگوی کشت بهینه در مقایسه با الگوی کشت موجود در منطقه مورد مطالعه، محصولاتی نظیر گوجه‌فرنگی، هندوانه، چغندرقند و نخود از الگوی کشت حذف شده‌اند.

جدول ۱- الگوی کشت بهینه و الگوی کشت موجود منطقه مورد مطالعه (واحد: هکتار)

Table 1- The Pattern of Cultivating the Studied Area in Optimum (unit: ha)

محصول Product	الگوی موجود Current Cropping Pattern	کل دشت Total	صالح‌آباد Salehabad	بهار Bahar	لالجین Lalejin	همدان Hamedan
یونجه Alfalfa	2759	3632	-	381	1760	1489
جو Barely	2445	1526	-	-	1526	-
ذرت Corn	450	500	-	-	500	-
کلزا Canola	43	1000	-	708	292	-
خیار Cucumber	666	2552	-	-	2552	-
سیر Garlic	538	800	-	-	-	800
سیب‌زمینی Potato	10815	6336	1204	1090	2552	1489
کدوآجیلی	527	500	-	500	-	-
گندم Wheat	5599	4809	1204	1090	1026	1489
لوبیا Beans	296	2483	1204	590	-	689

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Results

کشت محصولات آب بر نظیر خیار در الگوی کشت بهینه با توجه به هزینه بسیار پایین آب استفاده شده نسبت به الگوی موجود منطقه نیز افزایش یافته است. همچنین کشت کم محصولاتی نظیر ذرت، کلزا، سیر و کدوآجیلی در الگوی بهینه ناشی از محدودیت بازار (حمل و نقل محصولات، بازاریابی، بسته‌بندی، نبود بازار مناسب و قیمت پایین محصولات تولید شده) در منطقه و عملکرد پایین این محصولات (ذرت، کلزا، سیر و کدوآجیلی) می‌باشد. هم‌چنین طبق نتایج بدست آمده تحت اجرای الگوی کشت بهینه در دشت همدان-بهار، در ناحیه بهار کشت محصول سیب‌زمینی و گندم دارای بیشترین سطح زیرکشت می باشند و در مناطق همدان، لالجین و صالح‌آباد این محصولات جزء محصولات با سطح زیر کشت بالا می‌باشند.

حجم آب مصرفی مناطق در حالت بهینه

همانطور که در نتایج مشاهده می‌شود حجم آب مصرفی هر یک از مناطق در حالت بهینه به صورت جداگانه با استفاده از اطلاعات موجود در منطقه مورد مطالعه بدست آمده و در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین آب مصرف، بدلیل انتخاب محصولات آب بر در منطقه لالجین و کمترین میزان مصرف آب در منطقه صالح‌آباد می‌باشد.

جدول ۲- حجم آب مصرفی به تفکیک منطقه در حالت بهینه

Table 2- Volume of Water Consumed by Region in Optimal Mode

منطقه Zone	مقدار (میلیون متر مکعب) Quantity (Million m^3)
همدان Hamedan	43143190
لالجین Lalejin	85054390
بهار Bahar	30056880
صالح‌آباد Salehabad	27374750
کل آب مصرفی	185629200

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Results

بازده ناخالص

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با اجرای الگوی برنامه‌ریزی ریاضی که هدف آن حداکثر شدن بازده ناخالص می‌باشد، مقدار بازده ناخالص برای هر یک از نواحی به صورت جداگانه و برای کل منطقه در حالت بهینه بدست آمده است. همانطور که در جدول ۳ اشاره شده است منطقه لالجین با ۷۱۴۸۵۲۷/۱۵۰ میلیون ریال و منطقه همدان با ۶۸۸۷۸۰۱/۷۰۸ میلیون ریال در حالت بهینه بیشترین بازده‌ی ناخالص را دارا می باشند. بازده ناخالص حصل از فعالیت های زراعی در منطقه مورد مطالعه در تحت الگوی کشت بهینه نیز معادل ۲۲۴۱۷۴۴۰ میلیون ریال محاسبه شده است.

جدول ۳- نتایج میزان بازده ناخالص محصولات در حالت اجرای الگوی کشت بهینه

Tabel 3- Results of Gross Margins of Products in Optimum Cropping Pattern

منطقه Zone	مقدار(میلیون ریال) Quantity (Million Rial)
همدان Hamedan	6887810.708
لالجین Lalejin	7148527.150
بهار Bahar	4741399.755
صالح‌آباد Salehabad	3639706.005
بازده ناخالص کل (Gmstt) Total Gross Return	22417440

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Results

محاسبه ارزش اقتصادی آب

همان‌طور که در بخش‌های قبلی بیان شد پس از اجرای الگوی برنامه‌ریزی ریاضی در منطقه مورد مطالعه مبنی بر حداکثر شدن بازده ناخالص کل و بازده ناخالص هر یک از مناطق و تعیین الگوی کشت بهینه، امکان محاسبه ارزش اقتصادی آب‌های زیرزمینی فراهم گردید. در این تحقیق بمنظور محاسبه ارزش اقتصادی آب، تغییرات در بازده ناخالص کل الگوی بهینه به ازای اعمال محدودیت های مختلف منبع آب در نواحی چهارگانه منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. در این بخش با توجه به نتایج بدست آمده و اعمال محدودیت در میزان آب قابل دسترس، ارزش اقتصادی آب برای هر یک از مناطق بصورت جداگانه برآورد گردید که نتایج آن در جدول ۴ ارئه شده است. با توجه به نتایج تحقیق ارزش اقتصادی آب زیرزمینی به ازای هر مترمکعب در ناحیه همدان ۳۵۴۳ ریال، در ناحیه لالجین ۴۵۳۸ ریال، در ناحیه بهار ۴۰۱۵ ریال و در ناحیه صالح‌آباد ۳۶۹۰ ریال و میانگین ارزش اقتصادی آب در دشت همدان-بهار ۳۹۴۶/۵ ریال محاسبه شده است.

جدول ۴- نتایج ارزشگذاری اقتصادی آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه(ریال)

Table 4- Results of Groundwater Economical Valuation in the Study Area (Rials)

	ارزش اقتصادی آب (ریال به ازای هر متر مکعب) Economic Value of Water (Rials per m^3)
منطقه Zone	3543
همدان Hamedan	4538
لالجین Lalejin	4015
بهار Bahar	3690
Mean	3946.5/۵

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Results

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بطوریکه اشاره گردید، هدف اصلی این مطالعه برآورد ارزش اقتصادی آب در دشت همدان- بهار با بهره گیری از الگوی برنامه ریزی پویا از طریق نرم‌افزار GAMS در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ می باشد. بر اساس نتایج تحقیق متوسط ارزش اقتصادی آب در دشت همدان–بهار ۳۹۴۶/۵ ریال گردید، که در مقایسه با نتایج تحقیقات مشابه شامل مطالعه قادرزاده و همکاران (معادل ۴۴۸۶ ریال)، نبی‌زاده ذوالپیرانی و همکاران (۵۶۷۲ ریال)، امیرنژاد و همکاران (۴۵۱۸ ریال) و سایر مطالعات اشاره شده در پیشینه تحقیق سازگاری دارد. در الگوی کشت بهینه ارائه شده برای منطقه، علی رغم اینکه سهم محصول سیب زمینی از کل سطح زیر کشت منطقه مورد مطالعه قابل توجه است، اما بدلیل مصرف بالای آب در واحد سطح این محصول، بطور معنی داری کاهش یافته است که با نتایج تحقیق وزیری و همکاران مطابقت دارد. همچنین بررسی و مقایسه ارزش محاسبه شده با قیمت آب در منطقه مورد مطالعه نشان داد که ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در منطقه مورد مطالعه بیشتر از قیمت فعلی آب در منطقه می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با توجه به کمبود منابع آبی زیرزمینی به ویژه در دشت همدان- بهار که به دلیل بهره‌برداری‌های بی‌رویه در بخش کشاورزی از سال ۱۳۷۱ به عنوان یکی از دشت‌های ممنوعه اعلام شده است، قیمت پایین آب بعنوان یکی از مهمترین عوامل موثر، موجب استفاده بیش از حد آب زیرزمینی در این دشت شده است. بررسی ها نشان می دهد که نبود حکمرانی مطلوب آب زیر زمینی در منطقه مورد مطالعه و همچنین عدم وجود زیر ساخت های لازم برای کنترل و شفافیت در بهره برداری از منابع آب زیر زمینی شامل تجهیزات برداشت حجمی از منابع آب زیر زمینی در کنار سایر عوامل اقتصادی و اجتماعی، مانع از اجرای قیمت گذاری آب کشاورزی در دشت همدان–بهار می شوند. همین مسئله نیز باعث استخراج بی‌رویه آب و پایین بودن بهره‌وری این نهاده در تولید محصولات زراعی است. بطوریکه افزایش هزینه کاربرد و استفاده این نهاده از طریق ابزارهای مختلف سیاستی نظیر وضع قیمت آب می‌تواند نقش موثری در کنترل بهره‌برداری و تخلیه آبخوان داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که قیمت آب در بخش کشاورزی توسط مراجع ذیربط به گونه‌ای تعیین شود که به قیمت واقعی نزدیک و از هدر رفت منابع آبی در منطقه جلوگیری شود.

منابع

1. Amirnezhad H., Fazelian S., and Hosseini Yekani S.A. 2015. Groundwater Valuation in Agricultural Exploitation, Case Study: High Gravel Long Range Rice in Behshahr Plain. The First International Conference and Third National Conference on Agricultural Engineering and Management of the Environment and Sustainable Natural Resources. Feb 29.
2. Ansari V., and Mirzaie H. 2015. The Study of the Effect of the Policy of Pricing Agricultural Products on the Economic Value of Water (Case Study: Sugar Beet Cultivation in Neyshabur City). Journal of Agriculture Economic and Development of Iran. Volume 46. Number 3.
3. Al-Karabliehk E., Salman Z.A., Al-Qmari S.A., Wolf H., Al-Assad A.T., Hunaiti A.D., and Subah M.A. 2012. Estimation of the economic value of irrogation waterin Jordan. Agriculture Science and Technology B2: 487-497.
4. Aizadeh A. 2009. Applied Hydrology. Sixteenth Edition. Imam Reza Publishing House.
5. Alizadeh A. 2003. Applied Hydrology.Imam Reza Publishing House.

6. Bakhshi A., and Moghadasi R. 2015. Application of Positive Mathematical Planning for Water Allocation in the Agricultural Sector, Case Study: Sarakhs Plan Agriculture. Agricultural Economics and Development Economics. Year 23. No 92.
7. Bakhshi A., Daneshvar Kakhaki M., and Moghadasi R. 2011. Application of Positive Mathematical Programming Model to Analyze the Effects of Alternative Water Pricing Policies in Mashhad Plain. Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Sciences and Technology) 25(3): 284-294.
8. Balali H., Khalilian S., Viaggi D., Bartolini F., and Ahmadian M. 2011. "Groundwater balance and conservation under different water pricing and agricultural policy scenarios: A case study of the Hamadan-Bahar plain". Ecological Economics 70: 863–872.
9. Balali H., and Viaggi D. 2015. “Applying a System Dynamics Approach for Modeling Groundwater Dynamics to Depletion under Different Economical and Climate Change Scenarios”. Water, 7(10): 5258-5271. DOI: 10.3390/w7105258.
10. Cortignani R., and Severini S. 2009 .Modeling farm- level adoption of deficit irrigation using positive mathematical programming. Agricultural Water Managemen. 96: 1785-1791.
11. Chandrasekaran K., Devarajulu S., and Kuppannan P. 2009. Farmers' Willingness to Pay Forirrigation Water: A Case of Tank Irrigation Systems in South India. 1: 5-18.
12. Dehghanpour H., and Sheikh Z. 2013. Determining the Economic Value of Agricultural Water in the Yazd-Ardakan Plain of Yazd Province. Agricultural Economics and Development 21. No 82.
13. Eshraghi F., Keramatzadeh A., and Golzari Z. 2016. Estimating the Economic Value of Water in Wheat Production in Gorgan. Journal of Water Research in Agriculture Volume 30. Number 4.
14. Ghaderzadeh H., Hajirahimi M., and Abdolghozlojeh A. 2013. Determination of the Economic Value of Irrigation Water in Potato Production Using Production Function Estimation Method in Hamedan- Bahar Plain. The Firse National Conference on Water Crisis. May 25-26. Khorsgan.
15. Gallego-Ayala J. 2012. Selecting Irrigation Water Pricing Alternatives Using a Multimethodological Approach. Mathematical and Computer Modeling. Article in Press.
16. Gharghani F., Bostani F., and Soltano Gh. 2009. The Effect of Irrigation Water Reduction and Water Price Increase on Cultivar Pattern Using Positive Mathematical Programming Method, Case Study: Eghlid City in Fars Province. Journal of Agricultural Economics Vol, 1. No. 1.
17. Howitt R., Medllin-Azuara J., Macewan D., and Lund R. 2012. Calibrating Disaggregate Economic Models of Agricultural Production and Water Management. Journal of Science of the Environmental Modelling and Software 38: 244-258.
18. Huang G.H., Rozelle S., Howitt R., and Wang J. 2010. Irrigation Water Demand and Implications for Water Pricing Policy in Rural. China International Food and Agriculture Policy 143: 57-79.
19. Keramatzadeh A., Hassanvand M., and Tahmasebi J. 2016. Investigating the Farmers' Response To Agricultural Water Policies In The Agriculture Sub-Sector Of Khorramabad Using PMP", Journal Of Agricultural Economics And Development, Vol. 24, No. 93, Spring.
20. Keramatzadeh A., Chizari A., and Sharzei. 2011. The Role of the Water Market With Projective Military Planning Approach, A Case Study: Downstream of Shirin Dam, Bojnourd Valley. Journal of Iranian Agricultural Economics and Development Research 42-47(1): 27-42.
21. Keramatzadeh A., Chizari A., and Mirzaei A. 2006. Determining the Economic Value of Agricultural Water Using the Optimal Crop Model Model for Agrarian and Horticultural Integration. Case Study: Barz and Shirvan Dam. Agricultural Economics and Development. 54: 60-35.
22. Mousavi S.H., Shahabi S. 2015. The Effect of Guaranteed Purchase Policy on Wheat Crop on the Economic Value of Groundwater Resources, Case Study: Orzouyeyeh-Kerman Plain. Journal of Agricultural Economics and Development 29(2): 217-223.
23. Mesa-Jurado M.A., Martin-Ortega J., Ruto E., and Berbel J. 2012. The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. Agricultural Water Management 113: 10-18.
24. Mousavi N., and Gharghani F. 2011. Assessment of Agricultural Water Policy Assessments from Groundwater Resources Using Positive Mathematical Programming Model, Case Study: Eghlid County. Quarterly Journal of Economic Research 11(4): 65-82.
25. Medellan-Azuara J., Harou J., and Howitt R. 2010. Estimating economic value of agricultural water under chaning conditions and the effectsof spatial aggregation. Science of the Total Environment 408(1): 5639-5648.
26. Molle F., Venot J., and Hassan Y. 2008. Irrigation in the Jordan Valley: are Water Pricing Policies Overly Optimistic?. Agricultural Water Management 95: 427-438.
27. Nabizadeh Zolpirani M., Amirnezhad H., and Shanazari A. 2014. Estimating the Economic Value of Water for Rice Crop Using the Production Function Method (Case Study: Babol). 16th National Rice Conference. January 27-28.
28. Parhizgari A., Sabouhi M., Ahmadpour M., and Badia Barzin H. 2014. Simulation of Farmers' Response to Pricing Policies and Irrigation Water Quotas, Case Study: Zabol City. Journal of Agricultural Economics and Development

28(2): 164-176.
29. Rafiei H., Aghapoursabaghi M., and Darbandi E. 2012. Estimating the Economic Value of Water in Corp Production, A Case Study of Gotvand County. National Conference on Water and Wastewater Engineering.
30. Rahnama A., Kohansal R., and Dorandish A. 2012. Estimating the Economic Value of Water Using a Positive Mathematical Programing Approachan in Quchan City. Journal of Agricultural Economics 4(4): 133-150.
31. Rigby D., Alcon F., and Burtons M. 2010. Supply Uncertainty and the Economic Value of Irrigation Water. European Review of Agricultural Economics 37: 97-117.
32. Anonymous, Salnameh Amari Hamedan. 2015. Deputy Governor of Hamedan Governorate Planning.
33. Vaziri A., Vakilpour M.H., and Mortazavi S.A. 2016. The Effect of Irrigation Water Economical Price Pricing on the Pattern of Cultivation in Dehgolan Plain. Agricultural Economics Research 8(3): 81-100.
34. Yoo J., Simonit S., Connors P.J., Maliszewski J.P., Kinzig P.A., and Perrings C. 2013. The Value of Agricultural Water Rights in Agricultural Properties in the Path of Development. Ecological Economics 91: 57-68.
35. Zeraatkish S.Y. 2016. Environmental Economics Assessment of Water in the Agricultural Sector with Environmental Approach. Iranian Journal of Agricultural Economics and Research 2-47(1): 259-269.
36. Zarei N., Mehrabi Basharabadi H., and Khosravi M. 2014. Estimating the Economic Value of Water in Potato Corp Production, Case Study: Villages in Kurdestan and Hamedan Provinces. Quarterly Journal of Rural Development Strategics 10(3): 19-32.
37. Zaremehrjerdi M. 2011. Determination of Optimal Cropping Pattern and Water Valuation Using Combination of Mathematical Planning Methods Under Risk and Residual Value, Case Study: Azerouyeh Region of Baft. Journal of Water Research in Agriculture Vol: 25. No 2.